Klausur zur Vorlesung

Experimentalphysik für Ingenieure II
(Intensivstudiengang Maschinenbau)

Sommersemester 2002

Hinweis:

Aus den 15 Aufgaben können insgesamt 36 Punkte erreicht werden. Zum Bestehen der Klausur sind mindestens 18 Punkte erforderlich. Programmierbare Taschenrechner sind nicht zugelassen!

Viel Spaß und Erfolg!

notwendige Konstanten:

Ladung eines Elektrons: $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C

Dielektrizitätskonstante: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m

Aufgaben:

1. Elektrisches Feld (3 Punkte)

a) Wie groß ist das elektrische Feld $\vec{E}$ an einem Punkt, an dem eine Kraft von $|\vec{F}| = 2 \cdot 10^{-4}$N in x-Richtung auf ein Elektron wirkt?

b) Zeichnen sie das Feldliniendiagramm eines elektrischen Dipols.

c) Zeichnen Sie das Feldliniendiagramm zweier Punktladungen q_1=+2q und q_2=-q. Wie verhält sich dieses System im Fernfeld?

2. Plattenkondensator (3 Punkte)

Die quadratischen Platten eines Plattenkondensators haben eine Kantenlänge von a=10 cm und einen Abstand von d=1 mm.

a) Wie groß ist die Kapazität des Kondensators?

b) Wie groß ist die Ladung +Q bzw. -Q, welche sich auf der jeweiligen Kondensatorplatte befindet, wenn an dem Kondensator eine Spannung von U=12 V anliegt?

c) Wie groß ist die im Kondensator gespeicherte Energie W?

3. Ablenkung durch einen Plattenkondensator (3 Punkte)

Zwischen der Glühkathode und der Anode liegt eine Spannung von 1 kV. Der Plattenkondensator hat eine Länge von 15 cm, der Plattenabstand beträgt 10 cm. Am Kondensator liegt eine Spannung von 500 V an. Ein Schirm befindet sich 20 cm hinter dem Plattenkondensator.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit eines Elektrons in x-Richtung?

b) Wie groß ist die Beschleunigung in y-Richtung, welche ein Elektron im Plattenkondensator erfährt?

c) Wie groß ist die y-Ablenkung eines Elektrons, welches auf den Schirm trifft?

4. Dielektrika (5 Punkte)

Ein Plattenkondensator habe eine Kapazität von 50 pF.

Versuch 1: Die Platten des Kondensators werden mit einer 12 V Batterie verbunden und ein Dielektrikum ($\epsilon_r = 2$) eingebracht.
Wie groß ist jetzt die Kapazität?
Wie groß ist die Ladung, die sich auf den Platten befindet?

Versuch 2: Die Platten des Kondensators werden mit einer 12 V Batterie verbunden und wieder getrennt. Dann erst wird ein Dielekrikum ($\epsilon_r = 2$) eingebracht.
Wie groß ist die Ladung, die sich auf den Platten befindet?
Wie groß ist die Spannung U zwischen den Platten?
Wie groß ist die Kapazität nach Einbringen des Dielektrikums?

5. Widerstand; spezifischer Widerstand (4 Punkte)

a) Sie wollen eine Glühlampe G (5 V, 10 W) an einer Autobatterie (Spannung $U_A = 12$ V) betreiben. Welchen Vorwiderstand R_V müssen Sie verwenden, um die Spannung an der Glühlampe zu begrenzen?

b) Sie finden auf einem Widerstand die Beschriftung: 50 kOhm, 1Watt. Welche Spannung ist für den angegebenen Widerstand höchstens zulässig?

c) Das Amperemeter zeigt unabhängig davon, ob beide Schalter gleichzeitig geöffnet oder beide Schalter gleichzeitig geschlossen sind, den gleichen Wert an. Bestimmen Sie den Wert des Widerstandes R.

6. Ablenkung von Elektronen im Magnetfeld (2 Punkte)

Senkrecht zu einem homogenen Magnetfeld $\vec{B}$ bewege sich ein Elektron mit der Geschwindigkeit $\vec{v}$. Das Elektron wurde zuvor durch eine Spannungsdifferenz U beschleunigt.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Elektrons vor Eintritt in das Magnetfeld?

b) Wie groß ist der Kreisbahnradius auf dem sich das Elektron im Magnetfeld bewegt?

7. Ablenkung von Elektronen im magnetischen und elektrischen Feld (1 Punkt)

Ein Elektron bewegt sich unter dem gleichzeitigen Einfluß eines elektrischen Feldes $\vec{E}$ und eines magnetischen Feldes $\vec{B}$.

Welche Beschleunigung $\vec{a}$ erfährt des Elektron?

8. Maxwell-Gleichungen (4 Punkte)

$$
\begin{aligned}
\mathrm{rot}\vec{E} &= \nabla \times \vec{E} = \\
\mathrm{rot}\vec{B} &= \nabla \times \vec{B} = \\
\mathrm{div}\vec{E} &= \nabla \cdot \vec{E} = \\
\mathrm{div}\vec{B} &= \nabla \cdot \vec{B} =
\end{aligned}
$$

a) Ergänzen Sie die Maxwell-Gleichungen für zeitlich veränderliche Felder.

b) Formulieren Sie den Inhalt dieser Gleichungen mit eigenen Worten.

9. Schwingkreis (2 Punkte)

Ein Schwingkreis besteht aus einer Spule und einem Kondensator, dessen Kapazität zwischen 20 pF und 200 pF verändert werden kann.

a) Wie berechnet sich die Eigenfrequenz des Schwingkreises (Formel)?

b) Welche Induktivität muß die Spule haben, damit die Eigenfrequenz des Schwingkreises zwischen 2,500 MHz und 7,906 MHz eingestellt werden kann?

10. Transformator (2 Punkte)

Eine Türklingel (U_2=6 V) benötige einen Strom von I_2=0,4 A. Sie ist an einen idealen Transformator angeschlossen, dessen Primärwicklung N_1=2000 Windungen besitzt und an das europäische Stromnetz (U_1=230 V) angeschlossen ist.

a) Wieviele Windungen N_2 hat die Sekundärspule?

b) Wie groß ist der in der Primärwicklung fließende Strom I_1?

11. Brechung (1 Punkt)

Ein Lichtstrahl falle unter einem Winkel von $\theta_1 = 45°$ auf die Grenzfläche zwischen Luft und Wasser. Der Brechungsindex n_1 von Luft beträgt 1. Der Brechungsindex n_2 von Wasser beträgt 1,33.

Wie groß ist der Brechungswinkel θ_2?

12. Totalreflexion (1 Punkt)

Quarzglas habe den Brechungsindex $n_1 = 1,458$ bei einer Wellenlänge von λ=589 nm. Wie groß ist der kritische Winkel der Totalreflexion für den Übergang von diesem Glas in Luft (Brechungsindex von Luft: $n_{\mathrm{Luft}} = 1$)?

13. Abbildungsgleichung (1 Punkt)

Wie groß ist die Brennweite einer dünnen Linse zu wählen, wenn für den Abbildungsmaßstab (Bildgröße:Gegenstandsgröße) gelten soll: $\frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{2}{1}$ (Hierbei bezeichnet G die Gegenstandsgröße, B die Bildgröße, g die Gegenstandsweite und b die Bildweite.)?

14. Beugung am Einzelspalt (2 Punkte)

Laserstrahlung unbekannter Wellenlänge λ werde an einem engen Spalt gebeugt. Die Spaltbreite b betrage b= 1 μm. Das erste Intensitätsminimum werde auf einem Schirm unter einem Winkel von $\alpha_{\mathrm{min}} = 39,26^\circ$ beobachtet.

a) Zeichnen Sie das Beugungsbild an einem Einzelspalt.

b) Wie groß ist die Wellenlänge λ des Lasers?

15. Himmelsblau (2 Punkte)

Erklären Sie mit eigenen Worten, warum der Himmel blau erscheint und warum ein Sonnenauf- bzw. untergang rötlich erscheint.